

## PRODUKTIVITAS ALAT PANCANG TERHADAP ANALISA WAKTU PADA PEKERJAAN BANJIR KANAL TIMUR

Oleh :

Erlan Saputra

Engineer PT. Metropolitan Land

Trijeti

Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email: t3jeti@yahoo.co.id

**ABSTRAK:** Pembangunan fisik perkotaan dan pemukiman yang pesat menyebabkan semakin banyak permukaan tanah yang dilapisi perkerasan kedap air (aspal, beton, dll) dapat mengakibatkan: Semakin berkurangnya daerah yang dapat meresapkan air ke dalam tanah, Semakin besarnya limpasan permukaan (run-off). Hal ini bisa menyebabkan: Semakin besar dimensi saluran drainase sehingga biaya konstruksi semakin mahal, Memperbesar kemungkinan banjir di daerah hilir. Untuk penanggulangan banjir di wilayah timur Pemda DKI membangun Banjir Kanal Timur (BKT) yang menggunakan tiang pancang. Analisa kinerja alat pancang pada pelaksanaan antara satu unit alat dengan unit lainnya, digunakan untuk mengukur tingkat produktivitas alat pancang yang dipakai pada pekerjaan BKT terhadap hasil akhir yang di capai dengan menggunakan metode analisa satuan waktu.

**Kata Kunci:** BKT, Pancang, produktifitas

**ABSTRACT:** Physical development of rapid urban and settlement led to a growing number of soil surface covered with impervious pavement (asphalt, concrete, etc.) can result: The reduction in the area that can absorb water into the ground, The amount of surface runoff (run-off). This can cause: The larger the dimensions of drainage channels so that the more expensive construction costs, Enlarging the possibility of flooding in downstream areas. For flood prevention in the eastern government of Jakarta to build the East Flood Canal (BKT) which uses the stake. Performance analysis tools on the execution stake of one unit of equipment with other units, is used to measure levels of productivity tools used in the job stakes BKT to achieve the end result in using the method of analysis units of time.

**Keywords:** BKT, Driving Pile, productivity

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan pembangunan Jakarta sangat cepat dan sarat akan permasalahan terutama masalah banjir. Salah satu proses penanggulangan banjir di Jakarta adalah Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur sebagai bangunan air. Curah hujan yang tinggi, dataran yang hampir separuhnya lebih rendah dari permukaan laut dan adanya 13 sungai yang melintasi kota Jakarta, membuat kota ini sulit menghindari serbuan air, ditambah pula

dengan sistem drainase yang tidak terawat, serta tumpukan sampah. Pembangunan Banjir Kanal Timur (BKT) selain berfungsi mengurangi ancaman banjir di 13 kawasan, melindungi permukiman, kawasan industri, dan pergudangan di Jakarta bagian timur, BKT juga dimaksudkan sebagai prasarana konservasi air untuk pengisian kembali air tanah dan sumber air baku serta prasarana transportasi air

Pembangunan pada umumnya di bagi dalam beberapa tahap, ada pra pelaksanaan, pelaksanaan dan pasca pelaksanaan. Dalam tiap tahapan pembangunan bisa dipastikan akan ada beberapa kendala teknis maupun non teknis. Sebuah pekerjaan pembangunan, khususnya bangunan air terdapat beberapa kendala dalam pelaksanaannya. Ada berbagai macam faktor kendala yang biasanya di temui di lapangan, baik kendala teknik maupun non teknis. Oleh karena itu pengelolaan sumber daya secara efektif dan efisien seperti peralatan, tenaga kerja, dalam suatu pekerjaan merupakan salah satu faktor terpenting dalam pelaksanaan konstruksi. Semakin baik sebuah pengelolaan maka akan memberikan hasil dan nilai tambah serta keuntungan bagi semua pihak.

Proses nilai tambah yang dihasilkan dari pengelolaan sumber daya secara efektif dapat memberikan peningkatan hasil yang diinginkan. Untuk mewujudkan proses nilai tambah tersebut diperlukan pengukuran produktivitas yang juga berfungsi sebagai evaluasi terhadap pemanfaatan sumber daya yang dipakai. Produktivitas berarti memaksimalkan pengelolaan sumber daya yang ada atau produktivitas bisa diartikan sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai (output ) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan. Karena dengan memahami produktivitas berarti efisiensi dan efektivitas sebuah pekerjaan dapat kita lakukan.

Dalam pembangunan pada umumnya kita mengenal 2 bagian utama ,yakni struktur bawah (*Sub Struktur* ) dan struktur Atas (*Upper Struktur* ). Struktur bawah dari suatu bangunan ialah bagian struktur yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke dalam tanah pendukung. Adapun penyalur beban ini harus dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menjaga keseimbangan struktur secara keseluruhan dan mampu ditahan oleh lapisan tanah yang kuat agar tidak terjadi penurunan diluar ketentuan yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan

struktur, serta yang paling utama adalah ekonomis

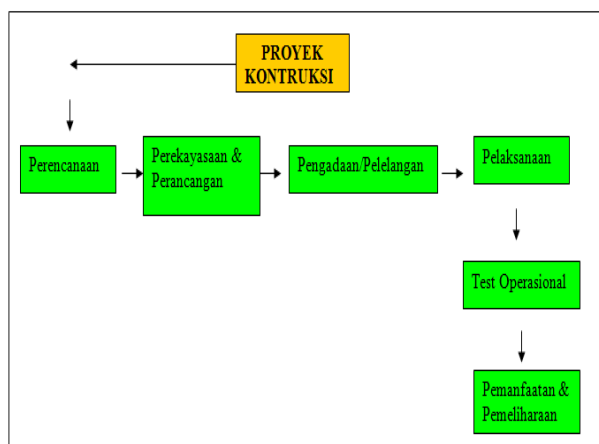
Pada pelaksanaan pembangunan BKT yang menggunakan tiang pancang, ada beberapa kendala yang sering dialami pelaksana maupun pengawas proyek. Dari permasalahan alat pancang, operator alat pancang itu sendiri sampai produktivitas alat pancang itu dari sisi waktu penggunaan dan pekerjaannya.

Titik berat penulisan ini adalah pengukuran perbandingan antara satu unit alat dengan unit lainnya dan tingkat produktivitas alat pancang serta hasil yang dicapai dengan menggunakan metode analisa satuan waktu pada pekerjaan Banjir Kanal Timur di Jl.Raya Bekasi, Kelurahan Ujung Menteng, Jakarta Timur

## KAJIAN PUSTAKA

1. Proyek secara umum bisa diartikan suatu usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh waktu dan sumber daya. Pada pekerjaan sipil kita mengenal adanya proyek kontruksi yang berarti suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan atau infrastruktur. Secara umum proyek kontruksi meliputi dua jenis kelompok yakni : Bangunan gedung seperti rumah, kantor, pabrik ; Bangunan sipil seperti jalan, jembatan, drainase dan infrastruktur lainnya. Tahapan proyek dalam proses pekerjaan konstruksi menjadi sangat penting mengingat bahwasanya setiap pekerjaan harus dikerjakan melalui beberapa tahapan.

## BAGAN TAHAPAN PROYEK



2. Drainase dapat didefinisikan sebagai suatu bangunan air yaitu : Suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air dari suatu kawasan /lahan sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Akar permasalahan drainase berawal dari pertambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan menjadi kurang teratur menyebabkan persoalan drainase di suatu daerah menjadi sangat kompleks. Hal ini juga disebabkan oleh kesadaran masyarakat yang masih rendah. Jenis sistem drainase : Menurut sejarah terbentuknya (Drainase alamiah & Drainase buatan) ; Menurut letak bangunan (Drainase permukaan tanah & Drainase buatan); Menurut fungsi (Single purpose & Multi purpose) ; Menurut konstruksi (Saluran terbuka & Saluran tertutup). Untuk membangun sebuah sistem drainase maka perlu di perhatikan beberapa aspek : Aspek Teknis (Survey dan Investigasi yang diperlukan Topografi, Iklim, Hidrologi , Daerah genangan, Tata guna lahan dan rencana pengembangan yang akan datang, Sistem drainase yang ada) ; Aspek ekonomi &

finansial ; Aspek kelembagaan ; Aspek sosial budaya ; aspek Legalitas & perundang-undangan ; Aspek Lingkunga. Beberapa dasar pertimbangan filosofis dalam perencanaan sistem drainase untuk pedoman dasar: Suatu sistem drainase yang dibuat hendaknya tidak menimbulkan persoalan baru di tempat lain; Perencanaan sistem drainase harus sejalan dengan perencanaan kota secara keseluruhan dan harus terpisah dengan sistem selokan air limbah ; Dalam penanganan masalah banjir, perlu dikaitkan dengan aspek kelestarian lingkungan, topografi wilayah, saluran alam yang ada dan estetika.

3. Pada pekerjaan pondasi, umumnya kita mengenal istilah pemancangan yang merupakan sebuah pekerjaan struktur bawah yang menggunakan pondasi tiang pancang. Alat yang digunakan untuk melakukan pemancangan disebut alat pancang/mesin pancang (Diesel Hammer). Ada beberapa alasan teknis mengapa pondasi tiang pancang digunakan dalam memilih pondasi yang akan digunakan, selain karena faktor daya dukung tanah keras, pondasi tiang pancang umumnya memiliki keuntungan dibanding jenis pondasi lainnya, antara lain : biaya pekerjaan relatif lebih murah, waktu pekerjaan lebih singkat, proses pekerjaan dan pengawasan lebih mudah, dapat menjangkau lapisan tanah keras yang cukup dalam, pelaksanaan pemancangan tidak dipengaruhi oleh tinggi muka air tanah, tidak mengeluarkan lumpur yang berlebihan pada saat pemancangan yang dapat mengganggu mobilisasi pekerjaan dan daerah disekitar proyek. Pada pekerjaan konstruksi BKT pondasi yang digunakan adalah tiang pancang dan dinding penahan tanah yang menggunakan beton (tiang). Konstruksi Sheet Pile merupakan salah satu konstruksi yang banyak digunakan dalam penanggulangan kelongsoran lereng atau timbunan terutama berkaitan dengan area yang terbatas dan atau kondisi-kondisi yang

membutuhkan lereng yang tegak. Salah satu kondisi yang sering menggunakan konstruksi Sheet Pile sebagai dinding penahan adalah pada tebing-tebing kali atau sungai. Khusus untuk dinding penahan tanah yang digunakan adalah beton, karena debit air yang akan mengalir pada bangunan tersebut akan banyak sehingga diperlukan dinding penahan tanah yang tingkat kerapatannya baik, dan dapat menahan tiga tekanan sekaligus yakni, tekanan air, tekanan tanah aktif dan tekanan bangunan lainnya. Dinding Penahan Tanah adalah elemen struktur bawah yang berfungsi menahan gaya tanah aktif yang diakibatkan oleh beban vertikal. Material Dinding penahan tanah/ bisa terbuat dari beton ataupun baja. Umumnya dibuat diatas pondasi bangunan tersebut setelah pile-cap dibuat. Tahapan Pekerjaan Pemancangan : Pekerjaan Persiapan, Penentuan Titik Tiang Pancang, Pekerjaan Pemancangan, Pelaksanaan Pemancangan. Peralatan Pemancangan : Drop Hammer, Single Acting Hammer, Double Acting Hammer, Differential Hammer, Diesel Hammer. Alat-alat pelengkap pada proses pemancangan ialah : Back Hoe, Service Crane, Theodolit, Crawler Crane, Driving Cap, Leads, Dolly, Pile Driving Hammer. Pada dasarnya perencanaan pondasi tiang pancang didasari oleh berbagai macam faktor, ( beban yang dipikul, luas penampang tiang pancang, tekanan yang Masalah yang sering ditemui pada pondasi tiang pancang ini, salah satunya ialah: Pemancangan yang tidak baik dapat memperlemah tiang, misalnya terlalu beratnya palu pancang ( hammer ), Pemancangan yang dipaksakan menembus batu, dapat menghancurkan tiang, Palu pancang yang terlalu ringan dapat mengakibatkan pemberhentian pemancangan pada kedalaman yang masih jauh dari lapisan yang di tentukan, Mutu bahan ( beton ) yang tidak baik, beton yang keropos atau tiang yang ukurannya mengecil ( menyempit ) pada tiang yang dicor setempat, Kerusakan setelah

pemancangan, misal, tiang beton yang retak karena menderita tegangan tarik yang berlebih.

4. Produktivitas secara umum diartikan sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai ( output) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan ( input ). Umumnya produktivitas dinyatakan :  $\text{output/input}$ . Bagi owner ( pemilik ) output bisa berarti sebagai biaya yang dikeluarkan atau persentase biaya pengeluaran. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah : Kondisi Lapangan, Perencanaan dan Koordinasi, Komposisi kelompok kerja, Ukuran besar-kecilnya proyek. Selain faktor tersebut ada juga faktor-faktor lainnya yakni: Sikap mental, Pendidikan, Ketrampilan, Manajemen, Tingkat penghasilan, Lingkungan, Iklim kerja, Sarana dan teknologi, Kesempatan. Pengukuran produktivitas dapat menunjukan perbandingan perbandingan yang dapat di bedakan, yakni : Perbandingan antara hasil pelaksanaan sekarang dengan hasil pelaksanaan sebelumnya yang menunjukan adanya peningkatan atau tidak, Perbandingan hasil pelaksanaan antara satu unit dengan unit lainnya. Tetapi pengukuran seperti ini menunjukan pencapaian yang relative, Perbandingan antara hasil pelaksanaan antara satu unit dengan target yang ingin dicapai pada masa yang akan datang. Produktivitas sangat besar pengaruhnya dalam sebuah pekerjaan/proyek terutama produktivitas tenaga kerja yakni pada aspek jumlah tenaga kerja dan fasilitas yang diperlukan. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengukur hasil guna sumber daya yang ada adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas, yakni :

	<i>Jumlah jam-orang yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan</i>
Indeks Produktivitas =	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div>
	<i>Jumlah jam-orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pada kondisi standar</i>

Dan tahapan pendekatan nya adalah sebagai berikut : Menghitung tingkat produktivitas ( alat,sdm,dll ), Mengumpulkan data untuk bahan perhitungan pengukuran ( data alat, pekerja, waktu, bahan baku/material, dll ), Menyajikan dan Menganalisa data, Menetapkan sasaran yang akan diukur ( alat, sdm, dll ) mis.jenis kegiatan, unit kerja, Kinerja alat atau pekerjaanya. Setelah proses pengukuran selesai maka bisa didapat hasil berupa kurva peningkatan/diagram pengukuran peningkatan yang telah dilakukan pengukuran tersebut. Pada pengukuran dapat dilakukan berbagai segmentasi, sebagai contoh pada pengukuran produktivitas alat pancang pada pekerjaan pemancangan BKT yang dilakukan per segmen ( per meter ).dengan dua alat pancang yang berbeda ( Diesel Hammer dan Drop Hammer ) Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana produktivitas alat tersebut bekerja (per meter) dari bagian yang telah ditentukan panjang saluran kanal tersebut. Misalnya : Saluran 1 dan 2 yang panjangnya masing (segmen ) 50 meter dengan luasan ,P = 50 M<sup>2</sup>, L = 200 M<sup>2</sup>. Sepanjang 50 M<sup>2</sup> dilakukan beberapa pemancangan dalam satuan waktu ( jam ) maka dengan pengukuran alat pancang itu ketika bekerja, maka bisa didapat hasil waktu efektif pemancangan,tiang yang berhasil dipancangkan, tingkat kesalahan pemancangan, dan efektivitas alat pancang yang digunakan dengan tentunya berbagai macam faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Manfaat dari sebuah pengukuran produktivitas, terlebih dalam pekerjaan-pekerjaan konstruksi adalah : Dapat mengetahui tingkat produktivitas sesuatu yang ditetapkan akan diukur, Mengetahui tingkat maksimal pengelolaan sumber daya yang tersedia setelah diadakan pengukuran tingkat produktivitas, Setelah mendapatkan perbandingan dari hasil yang dicapai(output)

dengan keseluruhan sumber daya yang ada dan digunakan, maka dapat dibuat langkah-langkah produktif untuk efisiensi dalam rencana kerja berikutnya, Mengetahui sejauh mana efektivitas pekerjaan/lainnya dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya, Dapat membantu mengestimasi biaya pekerjaan.

Pengumpulan dan pencatatan data perbandingan produktivitas alat pancang yang di gunakan pada pekerjaan sheet pile BKT dengan menggunakan analisa dan perhitungan waktu pada masing-masing alat pancang sehingga akan di dapat output berupa hasil perhitungan waktu pada masing-masing alat pancang yang berbeda ketika melakukan pemancangan pekerjaan sheet pile BKT

Setelah di lakukan perhitungan dan pengukuran waktu secara manual pada kedua alat pancang yang berbeda yakni drop hammer dan diesel hammer Dan juga dari data yang didapatkan dari pihak kontaktor, maka di analisa perbandingan ini akan di buat grafik dari data-data tersebut berikut dengan penjelasannya.

Dari masing-masing grafik tersebut, maka akan di ketahui sejauh mana produktivitas kedua alat pancang tersebut ( drop dan diesel ) di tinjau dari sisi efektifitas waktu dalam proses pemancangan dan banyaknya pukulan dari masing-masing alat pancang tersebut.

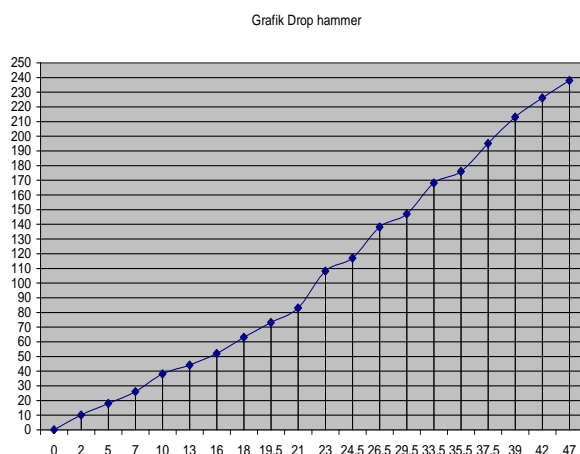
## ANALISA

### a. Grafik pemancangan dari data proyek

Grafik pemancangan ini adalah yang dibuat berdasarkan data-data yang kami peroleh dari lapangan dan dari perhitungan secara manual yang kami lakukan di lokasi proyek tersebut. Grafik ini berisi banyaknya pukulan dan waktu tiap-tiap kedalamannya.

### Pengukuran Tiang pancang no. 193 :

Mesin Pancang	No. tiang	Starting Time	Ending Time	Total Driving Time
Drop Hammer	193	9.45	10.35	50 menit



Sumbu X = Waktu (menit); Sumbu Y = banyak pukulan dalam 1 kali pemancangan

#### Hasil Pemancangan tiang no. 193

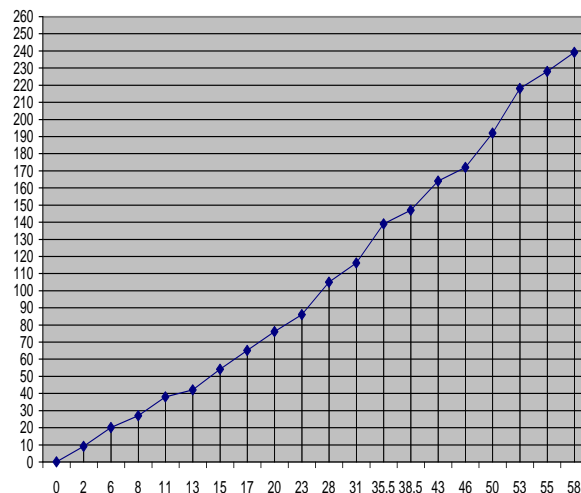
No. Tiang	Starting Time	Ending Time	Jumlah Total Pukulan	Total waktu (menit)	Kedalaman
193	9.45	10.35	238	47	10

Banyaknya pukulan dan total waktu pukulan untuk mencapai kedalaman 10 m<sup>2</sup> rata2 mencapai 50 menit untuk satu tiang (pile) dengan jarak waktu kosong (sisa waktu)  $\pm$  3-4 menit

### Pengukuran Tiang pancang no. 194 :

Mesin Pancang	No. tiang	Starting Time	Ending Time	Total Driving Time
Drop Hammer	194	11.35	12.35	60 menit

Grafik Drop hammer



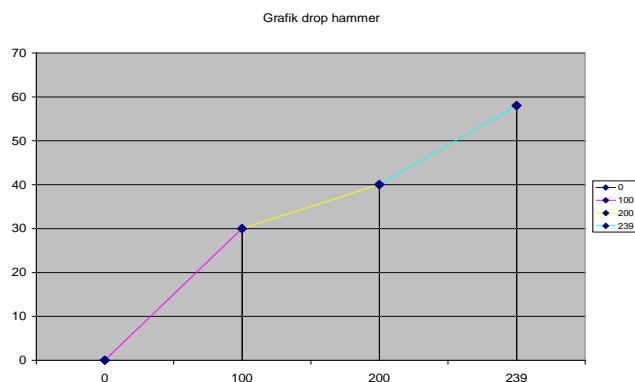
Sumbu X = Waktu (menit); Sumbu Y = banyak pukulan dalam 1 kali pemancangan

#### Hasil Pemancangan tiang no. 194

No. Tiang	Starting Time	Ending Time	Jumlah Total Pukulan	Total waktu (menit)	Kedalaman
194	11.35	12.35	239	58	10

Banyaknya pukulan dan total waktu pukulan untuk mencapai kedalaman 10 m<sup>2</sup> rata2 mencapai 60 menit untuk satu tiang (pile) dengan jarak waktu kosong (sisa waktu)  $\pm$  2-3 menit

Dengan menggunakan mesin jenis drop hammer, maka dapat dilihat tingkat efektivitasnya dalam sisi waktu



Ket : diambil waktu yang terlama dan pukulan yang terbanyak

Waktu 30 menit = 100 pukulan

Waktu 40 menit = 200 pukulan

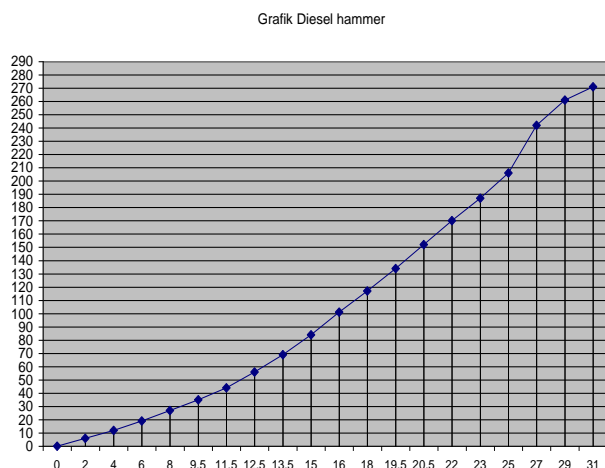
Waktu 58 menit = 239 pukulan

Sumbu X = Pukulan

Sumbu Y = Waktu ( menit )

Pengukuran Tiang pancang no. 226 :

Mesin Pancang	No. tiang	Starting Time	Ending Time	Total Driving Time
Diesel Hammer	226	10.35	11.1	35 menit



Sumbu X = Waktu ( menit ) ;

Sumbu Y = Pukulan

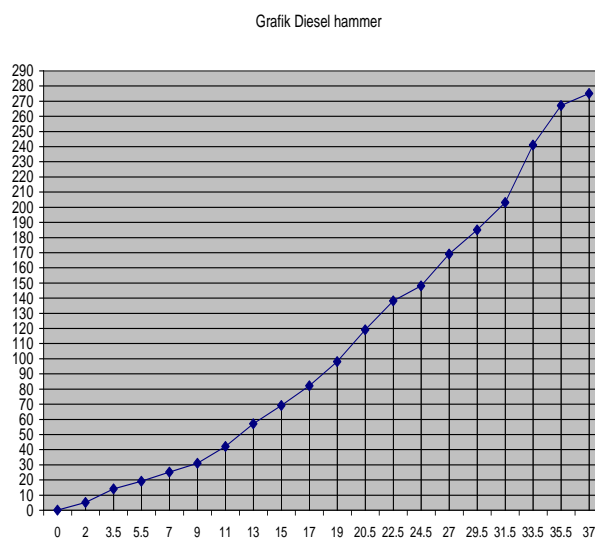
Hasil Pemancangan tiang no. 226

No. Tiang	Starting Time	Ending Time	Jumlah Total Pukulan	Total waktu (menit)	Kedalaman
226	10.35	11.1	271	31	10

Banyaknya pukulan dan total waktu pukulan untuk mencapai kedalaman 10 m<sup>2</sup> rata2 mencapai 30 - 35 menit untuk satu tiang (pile) dengan jarak waktu kosong (sisa waktu) ± 2-3 menit

Pengukuran Tiang pancang no. 227 :

Mesin Pancang	No. tiang	Starting Time	Ending Time	Total Driving Time
Diesel Hammer	227	13.05	13.45	40 menit



Sumbu X = Waktu ( menit ) ;

Sumbu Y = Pukulan

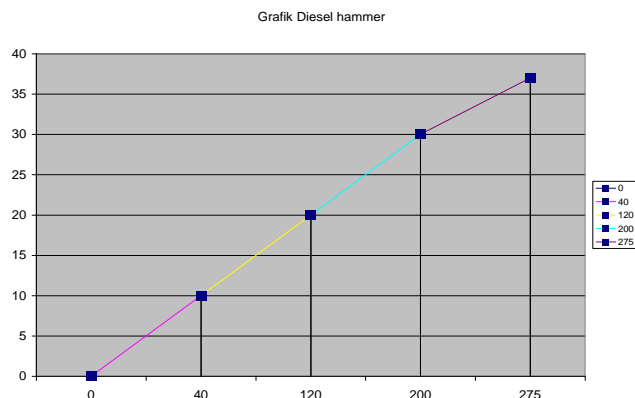
Hasil Pemancangan tiang no. 227

No. Tiang	Starting Time	Ending Time	Jumlah Total Pukulan	Total waktu (menit)	Kedalaman
227	13.05	13.45	275	37	10

Banyaknya pukulan dan total waktu pukulan untuk mencapai kedalaman 10 m<sup>2</sup> rata2 mencapai 35 - 40 menit untuk satu tiang (pile)

dengan jarak waktu kosong (sisa waktu)  $\pm 2-3$  menit

Dengan menggunakan mesin jenis diesel hammer maka dapat dilihat tingkat efektivitasnya dalam sisi waktu



Ket : diambil waktu yang terlama dan pukulan yang terbanyak

Waktu 10 menit = 40 pukulan

Waktu 20 menit = 120 pukulan

Waktu 30 menit = 200 pukulan

Waktu 37 menit = 275 pukulan

Sumbu X = Pukulan

Sumbu Y = Waktu (menit)

#### b. Analisa waktu

Setelah dilihat pada grafik pemancangan pada jenis drop dan diesel hammer maka dapat dirumuskan selisih waktu untuk melakukan pemancangan pada satu tiang yakni:

Mesin Pancang	Rata-rata waktu	Selisih waktu antar mesin
Drop hammer	50-60 menit	$\pm 15 - 20$ menit
Diesel hammer	35-40 menit	$\pm 15 - 20$ menit

rata-rata penggunaan waktu = Waktu kemampuan alat dalam memancabg satu tiang

Selisih waktunya = selisih waktu antara satu mesin dengan mesin lainnya

Dalam pemancangan satu tiang

Mesin Pancang	Rata-rata pukulan	Selisih waktu antar mesin
Drop hammer	230-240	$\pm 40$ pukulan
Diesel hammer	270-280	$\pm 40$ pukulan

rata-rata total pukulan = kemampuan pukulan rata-rata dalam pemancangan 1 tiang

Selisih pukulan = selisih banyaknya pukulan antara satu mesin dengan mesin Lainnya dalam memancang 1 tiang

Dapat dilihat dan diketahui sejauh mana tingkat produktivitas dalam analisa satuan waktu, dalam hal ini efektivitas waktu pemancangan yang dilakukan oleh jenis alat pancang yang berbeda (drop dan diesel hammer). Dari sisi efektivitas waktu pemancangan dan banyaknya pukulan dengan kedalaman yang telah ditentukan. Maka akan terlihat selisih waktu yang cukup besar pada kedua alat pancang ( drop dan diesel hammer) , begitu juga dengan banyaknya pukulan. Masing-masing alat mempunyai kelebihan dan kekurangan, Namun dari sisi efektivitas waktu dalam menunjang produktivitas, maka dapat dilihat alat mana yang jauh lebih produktif dengan acuan standar waktu pemancangan yang telah kami hitung secara manual di lokasi proyek.

## KESIMPULAN

1. Mengetahui produktivitas alat pancang berarti dapat mengetahui perbandingan antara hasil yang dicapai antar mesin drop hammer dan diesel hammer.



2. Hasil tingkat kinerja alat pancang yang diukur dengan satuan waktu pada alat pancang yang berbeda didapat keluaran berupa tingkat produktivitas alat yang dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam kendala hal pemancangan.
3. Kemampuan mesin drop hammer dan diesel hammer dalam pemancangan tiang pancang di pekerjaan BKT dari analisa efektivitas waktu lebih menguntungkan diesel hammer

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Asiyanto, Ir, MBA, IPM, "Manajemen Produksi untuk jasa Konstruksi"; Pradya Paramita; Jakarta, 2005
2. <http://ce.unri.ac.id/lms/course/search.php?search>, "Pola Jaringan Drainase dan jaringan"
3. Rusai Suhud, "Ilmu Fundasi Tiang", Jakarta 1990
4. Suryadharma Hendra & Wigroho Y.H, "Alat-alat Berat" Universitas Atmajaya Jogjakarta, 1998
5. Soeharto Iman, "Manajemen Proyek", Erlangga, Jakarta, 1995
6. Tarumanegara Universitas, "Ilmu Manajemen Konstruksi Untuk Perguruan Tinggi" Universitas Tarumanegara UOT Penerbitan, Jakarta, 1998